

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-209902

(43)Date of publication of application : 25.07.2003

(51)Int.Cl.

B60L 3/08

B60K 6/02

B60L 11/14

B60L 15/20

(21)Application number : 2002-004984

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 11.01.2002

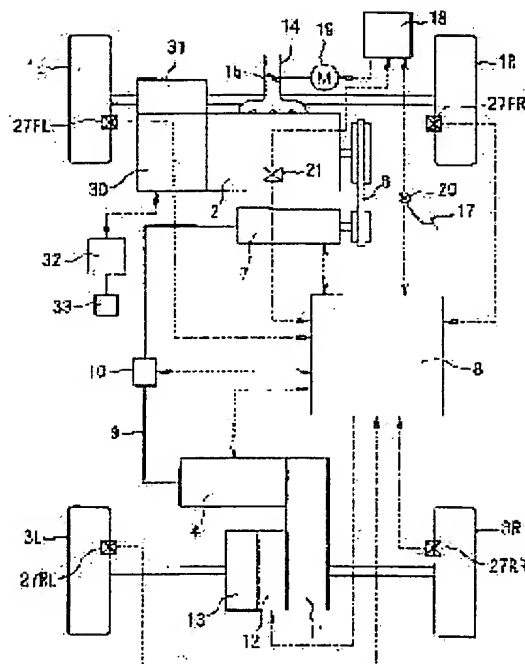
(72)Inventor : KADOTA KEIJI  
SHIMIZU KOICHI

## (54) CONTROLLER OF DRIVING FORCE OF VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the deterioration of a motor related to a failure in a clutch and the like.

SOLUTION: A front wheel is driven by an engine and a rear wheel is driven by a motor. When an engine controller for controlling the engine determines that the number of revolutions of the motor is in prescribed level or larger, torque-down control on engine torque is carried out according to a deviation factor between a target wheel speed and a current wheel speed. Then, the number of revolutions of the motor is made smaller than that of tolerance limit revolutions regardless of whether the clutch is abnormal or not.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The main driving source which drives one side of an order ring The motor which drives another side of an order ring The vehicles speed-control means which can control vehicles speed It is the driving force control unit of the vehicles equipped with the above, and it has a motor rotational frequency detection means to detect the rotational frequency of a motor, and the above-mentioned vehicles speed-control means is characterized by having a vehicles speed limit means to restrict vehicles speed so that the rotational frequency of the detected motor may become below the tolerance rotational frequency of the motor concerned.

[Claim 2] The above-mentioned vehicles speed limit means is the driving force control unit of the vehicles which the rotational frequency of the detected motor indicated to the claim 1 characterized by restricting the above-mentioned vehicles speed rather than the above-mentioned tolerance rotational frequency when a rotational frequency was more than a low predetermined rotational frequency.

[Claim 3] The above-mentioned vehicles speed limit means is continuous or the driving force control unit of vehicles indicated to the claim 1 or claim 2 characterized by making it small gradually as the rotational frequency of a motor approaches a tolerance rotational frequency in the output-torque upper limit of a motor.

[Claim 4] A vehicles speed limit means is the driving force control unit of the vehicles indicated to either the claim 1 characterized by restricting vehicles speed by reducing the output torque of the main driving source regardless of accelerator operation of an operator - the claim 3.

[Claim 5] The above-mentioned vehicles speed limit means is the driving-force control unit of the vehicles which are making it change in the direction in which prohibition or a change gear ratio becomes large about changing in the direction in which the change gear ratio of the above-mentioned change gear becomes small in the vehicles with which the change gear is inserted in the torque-transmission path between the main driving wheels driven by the main driving source and the main driving source concerned, and were indicated to either the claim 1 characterized by to restrict vehicles speed - the claim 4.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] As a driving force control unit of vehicles, the thing of a publication is, for example in JP,11-243608,A. With this equipment, while transmitting the output torque of an engine to the main driving wheel (front wheel), it considers as a four-wheel-drive state by transmitting the output torque of a motor to \*\*\*\*\* (rear wheel) through a clutch. And if it is in the vehicles of an official report conventionally [ above-mentioned ], in order to prevent the shock by the motor inertia when driving a motor, after setting a clutch to ON (connection state), the output torque of a motor is controlled to go up gradually.

[0002]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In turning ON a clutch and not driving \*\*\*\*\* with a motor generally in case \*\*\*\*\* is driven if it is in the vehicles which can drive \*\*\*\*\* with a motor, it considers as the state where a motor and \*\*\*\*\* were separated, by setting a clutch to OFF. However, when failure that a clutch does not go out etc. occurs, since a motor will be in the state where it is taken about to \*\*\*\*\*, whenever vehicles run above a predetermined vehicles speed, a motor will be in a superfluous rotation state. Consequently, there is a possibility that the life of a motor becomes that much short and that it may be afraid, that is, a motor may deteriorate.

[0003] this invention was made paying attention to the above troubles, and makes it the technical problem to prevent degradation of the motor accompanying failure of a clutch etc.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention indicated to the claim 1 among this inventions In the driving force control unit of vehicles equipped with the main driving source which drives one side of an order ring, the motor which drives another side of an order ring, and the vehicles speed-control means which can control vehicles speed It has a motor rotational frequency detection means to detect the rotational frequency of a motor, and the above-mentioned vehicles speed-control means is characterized by having a vehicles speed limit means to restrict vehicles speed so that the rotational frequency of the detected motor may become below the tolerance rotational frequency of the motor concerned.

[0005] Next, the above-mentioned vehicles speed limit means is continuous or a thing characterized by making it small gradually as the rotational frequency of a motor approaches a tolerance rotational frequency in the output-torque upper limit of a motor to the composition which indicated invention indicated to the claim 3 to the claim 1 or the claim 2. Next, accelerator operation of an operator is characterized by restricting vehicles speed by reducing the output torque of the main driving source independently by the vehicles speed limit means to the composition which indicated invention indicated to the claim 4 to either the claim 1 - the claim 3.

[0006] Next, invention indicated to the claim 5 is set to the composition indicated to either the claim 1 - the claim 4 on the vehicles with which the change gear is inserted in the torque-

transmission path between the main driving wheels driven by the main driving source and the main driving source concerned. It is making it change in the direction in which prohibition or a change gear ratio becomes large about changing the above-mentioned vehicles speed limit means in the direction in which the change gear ratio of the above-mentioned change gear becomes small, and is characterized by restricting vehicles speed.

[0007]

[Effect of the Invention] As a result of according to invention indicated to the claim 1 restricting vehicles speed through vehicles speed limit meanses, such as engine control and brake control, so that the rotational frequency of a motor may not exceed a tolerance rotational frequency, superfluous rotation and a bird clapper are prevented and a motor can prevent degradation of the motor concerned by failure of a clutch etc. Here, a tolerance rotational frequency is a rotational frequency of the use limitation set up by the specification of the motor used, for example etc. Of course, in consideration of safety, endurance, etc., it is better than the rotational frequency of the above-mentioned use limitation also considering a low rotational frequency as a tolerance rotational frequency.

[0008] Next, since according to invention indicated to the claim 2 vehicles speed is restricted only when a motor is more than a predetermined rotational frequency, the influence on a run state can usually be suppressed small. Here, the above-mentioned predetermined rotational frequency is the value made small from the above-mentioned tolerance rotational frequency by the margin rotational frequency in consideration of a part for the response delay of vehicles control etc. Furthermore, as for the above-mentioned predetermined rotational frequency, it is good to set it as a bigger rotational frequency than the rotational frequency of the motor generated in the usual vehicles control.

[0009] Next, according to invention indicated to the claim 3, the upper limit of the driving torque of \*\*\*\*\* driven with a motor is held down as the rotational frequency of a motor approaches a predetermined rotational frequency. Therefore, the acceleration nature of vehicles falls, so that the rotational frequency of a motor becomes high, as a result of restricting the vehicles speed concerned so that the rise of vehicles speed may be suppressed, the rotational frequency of a motor becomes under a tolerance rotational frequency, and superfluous rotation becomes is easy to suppress. In addition, before the rotational frequency of a motor turns into a tolerance rotational frequency, it is desirable to set up so that the output-torque upper limit of a motor may serve as zero.

[0010] Especially, by run of a low mu way etc., the acceleration slip is suppressed, so that the rotational frequency of a motor becomes high, even if \*\*\*\*\* driven to a motor carries out an acceleration slip. Next, according to invention indicated to the claim 4, vehicles speed can be certainly restricted by reducing the output torque of the main driving source. Next, according to invention indicated to the claim 5, vehicles speed can be restricted for the shift up of a change gear by prohibition or carrying out a down shift.

[0011]

[Embodiments of the Invention] Next, it explains, referring to a drawing about the operation form of this invention. This operation form is an example in the case of the vehicles which can drive with the engine 2 whose right-and-left front wheels 1L and 1R are internal combustion engines, and can be driven by the motor 4 whose right-and-left rear wheels 3L and 3R are motors and in which a four-wheel drive is possible, as shown in drawing 1 . First, explanation of composition transmits output-torque  $T_e$  of an engine 2 to the right-and-left front wheels 1L and 1R through transmission 30 and a differential gear 31, as shown in drawing 1 .

[0012] The above-mentioned transmission's 30 input of the shift instructions from the shift control section 32 makes a setting change of it at the change gear ratio according to the inputted shift instructions. The shift control section 32 outputs the shift instructions according to gear change directions of the gear change indicators 33, such as a shift lever, to transmission 30. The shift

control section 32 performs processing as shown in drawing 2 . That is, it stands by until gear change instructions are inputted from the gear change indicator 33 at Step S100, and if gear change instructions are inputted, it will shift to Step S110. At Step S110, if several Nm motor rotation judges whether it is a predetermined more than rotational frequency, for example, 20000 rpm, and judges with 20000 or more rpm based on the signal from the below-mentioned rotational frequency sensor 26 for motors, it will shift to Step S120, and if it judges with less than 20000 rpm, it will shift to Step S130.

[0013] At Step S120, when the change gear ratio of the newly inputted gear change directions judges whether they are whether to be larger than the present change gear ratio and a down shift that is, and judges with it being larger than the present change gear ratio, it shifts to Step S130. On the other hand, it is equal to the present change gear ratio, or is small, that is, when only nothing [ shift change ] is judged to be a shift up, it returns, without making a gear change change. At Step S130, the shift instructions corresponding to gear change directions are outputted to transmission 30, and it returns.

[0014] Here, change of the change gear ratio in transmission 30 does not need to be multi-stage-like, and may be unapproved gear change. Moreover, change directions of a change gear ratio are not limited to directions from an operator. Moreover, transmission 30 and the shift control section 32 constitute a vehicles speed-control means, and Steps S110 and S120 constitute a vehicles speed limit means. Moreover, a part of rotation torque  $T_e$  of an engine 2 is transmitted to a generator 7 through the endless belt 6.

[0015] The above-mentioned generator 7 rotates at the rotational frequency  $N_h$  which multiplied the rotational frequency  $N_e$  of an engine 2 by the pulley ratio, serves as a load to an engine 2 according to the field current  $I_{fh}$  adjusted by the 4WD controller 8, and generates the power according to the power generation load torque. The power which the generator 7 generated can be supplied to a motor 4 through an electric wire 9. The junction box 10 is formed in the middle of the electric wire 9. The driving torque of the above-mentioned motor 4 can be transmitted to rear wheels 3L and 3R through a reducer 11 and a clutch 12. A sign 13 expresses a differential gear among drawing 1 .

[0016] The throttle valve 15 is infixed in the inlet-pipe way 14 (for example, intake manifold) of the above-mentioned engine 2. A throttle valve 15 is an accelerator motorcycle wire method with which adjustment control of the throttle opening is carried out according to the amount of treading in of an accelerator pedal 17 etc. That is, the above-mentioned throttle valve 15 uses a step motor 19 as an actuator, and adjustment control of the opening is carried out by the angle of rotation according to the number of steps of the step motor 19. Adjustment control of the angle of rotation of the step motor 19 is carried out by the opening signal from the engine controller 18.

[0017] Having the accelerator sensor 20 which detects the amount of treading in of an accelerator pedal 17, it breaks in and this accelerator sensor 20 is outputting the detected detecting signal according to the amount to the engine controller 18 and the 4WD controller 8. Moreover, it has the engine-speed detection sensor 21 which detects the rotational frequency of an engine 2, and the engine-speed detection sensor 21 outputs the detected signal to the engine controller 18 and the 4WD controller 8.

[0018] By the engine controller 18, processing as shown in drawing 3 based on each inputted signal is performed for every predetermined sampling time. That is, if several Nm motor rotation judges whether it is a predetermined more than rotational frequency, for example, 2000 rps, based on the signal from the below-mentioned rotational frequency sensor 26 for motors and several Nm motor rotation is first judged at Step S200 to be less than 20000 rpm, it will shift to Step S210. On the other hand, if several Nm motor rotation judges with 20000 or more rpm, it will shift to Step S290.

[0019] At Step S210, if amount of acceleration slips  $\Delta VF$  generated for the front wheels 1L and 1R driven with an engine 2 judges whether it is more than amount of target acceleration slips  $\Delta V_{target}$  and judges with the acceleration slip more than amount of target acceleration slips  $\Delta V_{target}$  not being generated, it will shift to Step S220. On the other hand, when it judges

with the acceleration slip more than amount of target acceleration slips  $\Delta a_{simian}$  virus being generated, it shifts to Step S270. Here, the above-mentioned amount of acceleration slips  $\Delta a_{VF}$  can be judged based on the wheel speed difference between rear wheels 3L and 3R and front wheels 1L and 1R.

[0020] At Step S220, based on the detecting signal from the accelerator sensor 20, the target output torque  $T_eN$  which an operator demands is calculated, and it shifts to Step S230. At Step S230, based on throttle opening, an engine speed  $N_e$ , etc., the present output-torque  $T_e$  is computed and it shifts to Step S240. At Step S240, deflection part  $\Delta T_e$  of the target output torque  $T_eN$  to the present output-torque  $T_e$  is outputted based on the following formula, and it shifts to Step S250.

[0021]  $\Delta T_e = T_eN - T_e$  At the  $T_e$  step S250, change part  $\Delta \theta$  of the throttle opening  $\theta$  according to the deflection part  $\Delta T_e$  is calculated, and the opening signal corresponding to change part  $\Delta \theta$  of the opening is outputted to the above-mentioned step motor 19, and it returns. On the other hand, at Step S270, that the usual TCS control should be carried out, based on the following formula, the amount TD of torque downs for acceleration slip suppression is calculated, and it shifts to Step S280.

[0022]  $TD = K1$  and  $\Delta a_{VFK1}$  are gain. At Step S280, change part  $\Delta \theta$  of the throttle opening  $\theta$  according to the amount TD of torque downs is calculated, and the opening signal corresponding to change part  $\Delta \theta$  of the opening is outputted to the above-mentioned step motor 19, and it returns. Moreover, if it judges with the motor 4 rotating at Step S200 above a predetermined rotational frequency (20000 or more rpm), it shifts to Step S290, and the amount TD of torque downs will be calculated based on the following formula, and it will shift to Step S280.

$TD = K2 - (VF - VS) - TFF$  --- here, K2 is bigger gain than the above K1

[0023] VF is the wheel speed of the front wheels 1L and 1R which are the main driving wheels. VS is the degree of target limit wheel speed of the front wheels 1L and 1R, such as 40 km/h. Moreover, TFF is a correction term for enabling vehicle speed control without a feeling of stalling, even if it is at the climb time, when vehicles speed is restricted, and it is a part for torque required in order to overcome a climb.

[0024] Here, if car weight is set to W and the inclination of a road surface is set to  $\theta$ , as shown in drawing 4, a grade resistance can be expressed as  $W \cdot \sin \theta$ . Furthermore, if a tire radius is set to r, the tire output torque will serve as  $W \cdot \sin \theta \cdot r$ . The torque TFF required for a climb is expressed with converting this tire output torque into an engine torque like the following formula. Namely, what is necessary is just to compute Torque TFF based on the following formula.

[0025]

$$TFF = \frac{W \cdot \sin \theta \cdot r}{G1 \cdot G2}$$

Here, as for G1, the gear ratio G2 of a differential gear expresses the gear change gear ratio of transmission.

[0026] In addition, an engine 2 and the engine controller 18 constitute a vehicles speed-control means, and Steps S200, S290, and S280 constitute a vehicles speed limit means. Moreover, it has the voltage regulator 22 (regulator) for the above-mentioned generator 7 adjusting output voltage V, as shown in drawing 5, and it is that field current  $I_{fh}$  is adjusted by the 4WD controller 8, and the power generation load torque  $T_h$  over an engine 2 and the voltage V to generate are controlled. While a voltage regulator 22 inputs a generator control command (field current value) from the 4WD controller 8 and adjusts the field current  $I_{fh}$  of a generator 7 to the value according to the generator control command, it detects the output voltage V of a generator 7, and an output is possible for it for the 4WD controller 8. In addition, the rotational frequency  $N_h$  of a generator 7 can be calculated based on a pulley ratio from the rotational frequency  $N_e$  of an engine 2.

[0027] Moreover, a current sensor 23 is formed in the above-mentioned junction box 10, and this current sensor 23 detects the current value  $I_a$  of the power supplied to a motor 4 from a generator 7, and outputs the detected armature current signal concerned to the 4WD controller 8. Moreover, the voltage value (voltage of a motor 4) which flows an electric wire 9 is detected by the 4WD controller 8. A sign 24 is a relay and the interception and connection of power (current) which are supplied to a motor 4 by instructions from the 4WD controller 8 are controlled.

[0028] Moreover, field current  $I_{fm}$  is controlled by the instructions from the 4WD controller 8, and, as for a motor 4, driving torque  $T_m$  is adjusted by adjustment of the field current  $I_{fm}$ . In addition, a sign 25 is a thermistor which measures the temperature of a motor 4. Having the rotational frequency sensor 26 for motors which detects several Nm rotation of the driving shaft of the above-mentioned motor 4, this rotational frequency sensor 26 for motors outputs the rotational frequency signal of the detected motor 4 to the 4WD controller 8, the engine controller 18, and the shift control section 32, respectively.

[0029] Moreover, the above-mentioned clutch 12 consists of a hydraulic clutch and an electromagnetic clutch, and transmits torque at the rate of torque transmission according to the clutch control command from the 4WD controller 8. Moreover, wheel speed sensor 27floor line, 27FR, 27RL, and 27RR are prepared in each wheels 1L, 1R, 3L, and 3R. Each wheel speed sensor 27floor line, 27FR, 27RL, and 27RR are outputted to the 4WD controller 8 by making the pulse signal according to the engine speed  $N_e$  of the corresponding wheels 1L, 1R, 3L, and 3R into a wheel speed detection value.

[0030] Here, the sign 40 in drawing 5 is the relay formed in the line which supplies power to a generator 20. The 4WD controller 8 is equipped with generator control-section 8A, relay-control section 8B, motor control section 8C, clutch control-section 8D, surplus torque operation part 8E, target torque limitation section 8F, and surplus torque transducer 8G as shown in drawing 6. This 4WD controller 8 constitutes a vehicles speed-control means.

[0031] Acting as the monitor of the power generation voltage  $V$  of a generator 7 through a voltage regulator 22, the above-mentioned generator control-section 8A is adjusting the field current  $I_{fh}$  of the generator 7 concerned, and adjusts the power generation voltage  $V$  of a generator 7 to necessary voltage. Relay-control section 8B controls the interception and connection of an electric power supply with a motor 4 from a generator 7. Motor control section 8C is adjusting the field current  $I_{fm}$  of a motor 4, and adjusts the torque of the motor 4 concerned to a necessary value.

[0032] Moreover, for every predetermined sampling time, based on each inputted signal, as shown in drawing 7, it circulates in order of surplus torque operation part 8E → target torque limitation section 8F → surplus torque transducer 8G, and processing is performed. First, surplus torque operation part 8E constitutes generator control means, and performs processing as shown in drawing 8. That is, by subtracting the vehicle speed of rear wheels 3L and 3R (\*\*\*\*\*) from the vehicle speed of front wheels 1L and 1R (the main driving wheel) calculated based on the signal from wheel speed sensor 27floor line, 27FR, 27RL, and 27RR in Step S310 first, slip velocity  $\Delta V_F$  which is the amount of acceleration slips of front wheels 1L and 1R is calculated, and it shifts to Step S320. In addition, you may presume and calculate the existence and its amount of acceleration slips of an acceleration slip from road surface reaction force torque etc.

[0033] At Step S320, it judges whether slip velocity  $\Delta V_F$  calculated the account of a top is larger than a predetermined value, for example, zero. Since it is presumed that front wheels 1L and 1R have not carried out an acceleration slip when slip velocity  $\Delta V_F$  judges or less with zero, it shifts to Step S330, and it returns, after substituting 0 for  $T_h$ . On the other hand, since it is presumed in Step S320 that front wheels 1L and 1R are carrying out the acceleration slip when slip velocity  $\Delta V_F$  judges with it being larger than 0, it shifts to Step S340.

[0034] At Step S340, the absorption torque  $T_{\Delta V_F}$  required in order to suppress an acceleration slip of front wheels 1L and 1R is calculated based on the following formula, and it shifts to Step S350.



$T_{\Delta VF} = K_1 \times \Delta VF$  -- here,  $K_1$  is the gain searched for by experiment etc. At Step S350, after calculating the power generation load torque  $T_G$  of the present generator 7 based on the following formula, it shifts to Step S360.

[0035]

$$T_G = K_2 \cdot \frac{V \times I_a}{K_3 \times N_h}$$

here --  $V$ : voltage  $I_a$ : of a generator 7 -- armature current  $N_h$ : of a generator 7 -- rotational frequency  $K_3$ : efficiency  $K_2$ : of a generator 7 -- it is a coefficient

[0036] At Step S360, based on the following formula, the power generation load torque  $T_h$  of the target which should be carried out a load by the surplus torque 7, i.e., a generator, is searched for, and it returns.

$T_h = T_G + \text{Processing of } T_{\Delta VF}$ , next target torque limitation section 8F is explained based on drawing 9. That is, it first judges whether the above-mentioned target power generation load torque  $T_h$  is larger than the maximum load capacity  $HQ$  of a generator 7 at Step S410. When the target power generation load torque  $T_h$  judges below with the maximum load capacity  $HQ$  of the generator 7 concerned, it shifts to Step S430. On the other hand, when it judges with the target power generation load torque  $T_h$  being larger than the maximum load capacity  $HQ$  of a generator 7, it shifts to Step S420.

[0037] At Step S420, like the following formula, after restricting the target power generation load torque  $T_h$  to the maximum load capacity  $HQ$ , it shifts to Step S430.

$T_h = \text{At the } HQ \text{ step S430, based on the signal from the engine-speed detection sensor 21 and a throttle sensor, the present engine output-torque } T_e \text{ is calculated and it shifts to Step S440.}$

[0038] At Step S440, the minimum permissible torque  $T_k$  which an engine 2 does not stop from the present engine speed  $N_e$  etc. is searched for, and it shifts to Step S450. In addition, it does not matter as a predetermined value instead of searching for the permissible torque  $T_k$ . At Step S450, based on the following formula, deflection torque  $\Delta T_e$  is calculated and it shifts to Step S460.  $\Delta T_e = T_e - T_k$  At the  $-T_k$  step S460, it judges whether deflection torque  $\Delta T_e$  is smaller than the target power generation load torque  $T_h$ . It returns, when it judges with  $\Delta T_e \geq T_h$ . On the other hand, when it judges with  $\Delta T_e < T_h$ , it shifts to Step S470.

[0039] At Step S470, it returns, after reducing the target power generation load torque  $T_h$  to deflection torque  $\Delta T_e$  by the following formula.

$T_h = \Delta T_e - \text{****}$  is margin cost. But it is good also as  $\alpha = 0$ . Next, processing of surplus torque transducer 8G is explained based on drawing 10. First, it judges whether  $T_h$  is larger than 0 at Step S500.  $T_h > 0$  If judged with 0, since front wheels 1L and 1R are carrying out the acceleration slip, it shifts to Step S510. Moreover, if judged with  $T_h = 0$ , since front wheels 1L and 1R have not carried out an acceleration slip, it returns, without processing henceforth.

[0040] At Step S510, after inputting several  $N_m$  rotation of the motor 4 which the rotational frequency sensor 26 for motors detected, computing the target motor field current  $I_{fm}$  according to several  $N_m$  rotation of the motor 4 and outputting the target motor field current  $I_{fm}$  concerned to motor control section 8C, it shifts to Step S520. When the target motor field current  $I_{fm}$  to several  $N_m$  rotation of the above-mentioned motor 4 considers as fixed predetermined current value when several  $N_m$  rotation is below a predetermined rotational frequency, and a motor 4 becomes here more than a predetermined rotational frequency, the field current  $I_{fm}$  of a motor 4 is made small by the well-known field-weaking-control method (refer to drawing 11). That is, as mentioned above, if several  $N_m$  rotation of a motor 4 becomes beyond a predetermined value, the current which flows on a motor 4 by making the field current  $I_{fm}$  of a motor 4 small, and reducing an induced voltage  $E$  will be made to increase, and the necessary motor torque  $T_m$  will be acquired from motor torque falling by elevation of a motor induced voltage, if a motor 4 becomes high-speed rotation.

[0041] At Step S520, the induced voltage  $E$  of a motor 4 is computed from several Nm rotation of the above-mentioned target motor field current  $I_{fm}$  and a motor 4, and it shifts to Step S530. At Step S530, the motor torque  $T_m$  which corresponds based on the power generation load torque  $T_h$  which the above-mentioned surplus torque operation part 8E calculated is computed, and it shifts to Step S540. At Step S540, based on drawing 12, the torque upper limit  $T_{mx}$  according to the several Nm present motor rotation is calculated, and it shifts to Step S550.

[0042] The torque upper limit  $T_{mx}$  in this operation form is set [ if several Nm motor rotation is set to 20000 or more rpm, ] up so that a rotational frequency will become large like drawing 12, and it may become small continuously. At Step S550, it judges whether the motor torque  $T_m$  computed at Step S530 is larger than the torque upper limit  $T_{mx}$ , and if it is below the torque upper limit  $T_{mx}$ , it will shift to Step S570. On the other hand, in being larger than the torque upper limit  $T_{mx}$ , it shifts to Step S560.

[0043] At Step S560, the torque upper limit  $T_{mx}$  according to the several Nm present motor rotation is set as motor torque, and it shifts to Step S570. At Step S570, the target armature current  $I_a$  which corresponds considering the above-mentioned target motor torque  $T_m$  and the target motor field current  $I_{fm}$  as a variable is computed, and it shifts to Step S580. At Step S580, it returns, after computing the target voltage  $V$  of a generator 7 from the above-mentioned target armature current  $I_a$ , Resistance  $R$ , and an induced voltage  $E$  and outputting the target voltage  $V$  of the generator 7 concerned to generator control-section 8A based on the following formula.

[0044] Resistance  $R$  is here [ which is resistance of an electric wire 9, and resistance of the coil of a motor 4 ] which is  $V = I_a R + E$ , and Steps S540–S560 constitute a vehicles speed limit means. Next, the operation in the equipment of the above-mentioned composition etc. is explained. By the amount of treading in of the accelerator pedal 17 according [ a road surface  $\mu$  ] to an operator being large since it is small etc. If the torque transmitted to front wheels 1L and 1R from the engine 2 becomes larger than road surface marginal torque That is, if the front wheels 1L and 1R which are the main driving wheels carry out an acceleration slip, the driving torque transmitted to front wheels 1L and 1R will be adjusted so that the road surface reaction force marginal torque of the front wheels 1L and 1R concerned may be approached because a generator 7 generates electricity with the power generation load torque  $T_h$  according to the amount of acceleration slips. Consequently, an acceleration slip by the front wheels 1L and 1R which are the main driving wheels is suppressed. Furthermore, when the amount of acceleration slips is more than amount of target acceleration slips  $\Delta S_V$ , as a result of also stopping the output torque of an engine by TCS control, the convergency of an acceleration slip of front wheels 1L and 1R improves.

[0045] Moreover, with the power of the surplus generated with the generator 7, by a motor 4 driving and driving the rear wheels 3L and 3R which are \*\*\*\*\*, it will be in a four-wheel-drive state, and the acceleration nature of vehicles will improve. Since a motor 4 is driven with the torque of the surplus beyond the road surface reaction force marginal torque of the main driving wheel at this time, energy efficiency improves and it leads to improvement in mpg. That is, with this operation form, in the road surface on which it is easy to slide, in view of all not being used as driving force, even if it transmits output-torque  $T_e$  of all the engines 2 to front wheels 1L and 1R, the driving force which cannot be used effectively by front wheels 1L and 1R is outputted to rear wheels 3L and 3R, and acceleration nature is raised.

[0046] Here, the timing diagram at the time of a run is usually shown in drawing 13. Although motor torque will occur if front wheels 1L and 1R carry out an acceleration slip as shown in this drawing 13, if several Nm motor rotation serves as a predetermined rotational frequency, a clutch 12 will be set to being turned off (cutting state), it will be prevented that a motor is taken about to rear wheels 3L and 3R, and fault rotation of a motor 4 will be prevented. Here, several Nm motor rotation is displayed on drawing 13 with the value converted into the wheel speed of rear wheels 3L and 3R. Also in drawing 14, it is the same.

[0047] On the other hand, when a clutch 12 is turned on (connection state) by failure of a clutch 12

etc. and a motor 4 changes into the state where it is always taken about to rear wheels 3L and 3R. Like the timing diagram shown in drawing 14, if the rotational frequency of a motor 4 turns into more than a predetermined rotational frequency (this operation form 20000rpm). The result to which vehicles speed is restricted so that it may be controlled for an engine torque to carry out a torque down and to converge on 40 km/h whose wheel speed of front wheels 1L and 1R is predetermined speed. Prevention, i.e., superfluous rotation, is prevented for the rotational frequency of a motor 4 being stopped and exceeding a tolerance rotational frequency (for example, 25000rpm). Even if it performs [ by having compensated a part for the climb torque TFF as a correction term as a part for a torque down ] a torque down at the time of a climb for a vehicles speed limit at this time, it becomes possible to stop a feeling of stalling.

[0048] Moreover, even if several Nm motor rotation becomes more than a predetermined rotational frequency and an engine torque is downed, vehicles speed is further restricted by engine brake by the shift up in transmission 30 being forbidden. Furthermore, a upper limit is small changed into a two-flower drive state from a four-wheel-drive state by the bird clapper, acceleration nature is stopped, and vehicles speed is restricted, so that several Nm motor rotation will become large and will approach a permission upper limit, if several Nm motor rotation exceeds predetermined rotational frequency 20000 rotational frequency.

[0049] Here, although the power generated with a generator 7, i.e., the power supplied to a motor 4, is set up with the above-mentioned operation gestalt so that power generation load torque may be determined based on the amount of slips of the front wheels 1L and 1R which are the main driving wheels to rear wheels 3L and 3R and it may become the power generation load torque, it is not limited to this. For example, required driving torque is separately calculated with rear wheels 3L and 3R, power generation of a generator 7 is adjusted independently so that it may become the power according to required driving torque, and you may make it produce the predetermined power generation load torque TG with the generator 7 concerned with an acceleration slip of front wheels 1L and 1R.

[0050] Moreover, although the several Nm motor rotation which uses together three vehicles speed limit meanses, and starts a limit of each vehicles speed is set as the same 20000rpm with the above-mentioned operation gestalt, you may set up individually, respectively. Moreover, what is necessary is not to carry all of three vehicles speed limit meanses out, to have only 1 of them, or two or more vehicles speed limit meanses, and just to be. Moreover, as a vehicles speed-control means, brake control is adopted and a brake may be made to restrict vehicles speed.

[0051] Moreover, although the above-mentioned operation gestalt is restricting vehicles speed by reducing the upper limit of motor torque directly. In the target torque limitation section, the upper limit of the target power generation load torque  $T_h$  which has influence on motor torque as the rotational frequency of a motor 4 approaches a permission rotational frequency by continuous or setting up so that it may be gradually made small. Indirectly, you may restrict the upper limit of motor torque so that it may be made continuously small on a stage target as the rotational frequency of a motor 4 approaches a permission rotational frequency.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-209902

(P2003-209902A)

(43) 公開日 平成15年7月25日 (2003.7.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 L 3/08

Z H V

B 6 0 L 3/08

Z H V M 5 H 1 1 5

B 6 0 K 6/02

11/14

B 6 0 L 11/14

15/20

K

15/20

B 6 0 K 9/00

E

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-4984(P2002-4984)

(22) 出願日 平成14年1月11日(2002.1.11)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 門田 圭司

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 清水 弘一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

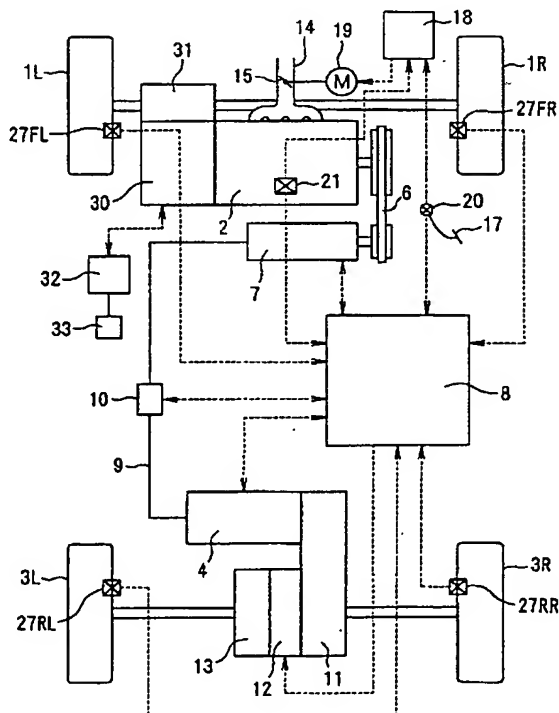
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の駆動力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 クラッチ等の故障に伴う電動機の劣化を防止する。

【解決手段】 前輪をエンジンで駆動し、後輪をモータで駆動する。エンジンを制御するエンジンコントローラは、モータ回転数が所定回転数以上と判定すると、目標車輪速と現在の車輪速度の偏差分に応じたエンジントルクのトルクダウン制御を行う。これによって、モータの回転数は、クラッチの異常の有無に関係なく、許容限界回転数未満となる。



# 【特許請求の範囲】

【請求項1】 前後輪の一方を駆動する主駆動源と、前後輪の他方を駆動する電動機と、車両速度を制御可能な車両速度制御手段とを備える車両の駆動力制御装置において、

電動機の回転数を検出するモータ回転数検出手段を有し、上記車両速度制御手段は、検出した電動機の回転数が当該電動機の許容限界回転数以下となるように車両速度を制限する車両速度制限手段を備えることを特徴とする車両の駆動力制御装置。

【請求項2】 上記車両速度制限手段は、検出した電動機の回転数が上記許容限界回転数よりも回転数が低い所定回転数以上の場合に、上記車両速度の制限を行うことを特徴とする請求項1に記載した車両の駆動力制御装置。

【請求項3】 上記車両速度制限手段は、電動機の出力トルク上限値を、電動機の回転数が許容限界回転数に近づくにつれて連続的若しくは段階的に小さくすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載した車両の駆動力制御装置。

【請求項4】 車両速度制限手段は、運転者のアクセル操作とは無関係に主駆動源の出力トルクを低減することで車両速度を制限することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載した車両の駆動力制御装置。

【請求項5】 主駆動源と当該主駆動源で駆動される主駆動輪との間のトルク伝達経路に変速機が介挿されている車両において、

上記車両速度制限手段は、上記変速機の変速比が小さくなる方向に変更することを禁止若しくは変速比が大きくなる方向に変更させることで、車両速度を制限することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載した車両の駆動力制御装置。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 車両の駆動力制御装置としては、例えば特開平11-243608号公報に記載のものがある。この装置では、エンジンの出力トルクを主駆動輪（前輪）に伝達すると共に、電動機の出力トルクをクラッチを介して従動輪（後輪）に伝達することで四輪駆動状態とする。そして、上記従来公報の車両にあっては、電動機を駆動する時のモータイナーシャによるショックを防止するために、クラッチをオン（接続状態）としてから電動機の出力トルクを徐々に上昇するように制御する。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】 電動機で従動輪を駆動可能な車両にあっては、一般に、従動輪を駆動する際にクラッチをオンにし、また、電動機で従動輪を駆動しない場合にはクラッチをOFFとして、電動機と従動輪とを切り離した状態としておく。しかし、クラッ

チが切れないというような故障等が発生した場合には、電動機は従動輪に連れ回される状態となるため、車両が所定の車両速度以上で走行するたびに電動機が過剰回転状態となる。この結果、電動機の寿命がその分短くなるおそれ、つまり電動機が劣化するおそれがある。

【0003】 本発明は、上記のような問題点に着目してなされたもので、クラッチ等の故障に伴う電動機の劣化を防止することを課題としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明のうち請求項1に記載した発明は、前後輪の一方を駆動する主駆動源と、前後輪の他方を駆動する電動機と、車両速度を制御可能な車両速度制御手段とを備える車両の駆動力制御装置において、電動機の回転数を検出するモータ回転数検出手段を有し、上記車両速度制御手段は、検出した電動機の回転数が当該電動機の許容限界回転数以下となるように車両速度を制限する車両速度制限手段を備えることを特徴とするものである。

【0005】 次に、請求項3に記載した発明は、請求項1又は請求項2に記載した構成に対し、上記車両速度制限手段は、電動機の出力トルク上限値を、電動機の回転数が許容限界回転数に近づくにつれて連続的若しくは段階的に小さくすることを特徴とするものである。次に、請求項4に記載した発明は、請求項1～請求項3のいずれかに記載した構成に対し、車両速度制限手段は、運転者のアクセル操作とは無関係に主駆動源の出力トルクを低減することで車両速度を制限することを特徴とするものである。

【0006】 次に、請求項5に記載した発明は、請求項1～請求項4のいずれかに記載した構成に対し、主駆動源と当該主駆動源で駆動される主駆動輪との間のトルク伝達経路に変速機が介挿されている車両において、上記車両速度制限手段は、上記変速機の変速比が小さくなる方向に変更することを禁止若しくは変速比が大きくなる方向に変更させることで、車両速度を制限することを特徴とするものである。

## 【0007】

【発明の効果】 請求項1に記載した発明によれば、電動機の回転数が許容限界回転数を越えないように、エンジン制御やブレーキ制御などの車両速度制限手段を通じて車両速度を制限する結果、電動機が過剰回転となることが防止されてクラッチの故障などによる当該電動機の劣化を防ぐことができる。ここで、許容限界回転数とは、例えば使用する電動機の規格などで設定されている使用限界の回転数である。勿論、安全性や耐久性などを考慮して、上記使用限界の回転数よりも低い回転数を許容限界回転数としても良い。

【0008】 次に、請求項2に記載した発明によれば、電動機が所定回転数以上の場合にだけ車両速度の制限を行うので、通常走行状態への影響を小さく抑えられる。

ここで、上記所定回転数は、上記許容限界回転数から、車両制御の応答遅れ分などを考慮した余裕回転数だけ小さくした値である。さらに、上記所定回転数は、通常の車両制御で発生する電動機の回転数よりも大きな回転数に設定すると良い。

【0009】次に、請求項3に記載した発明によれば、電動機の回転数が所定回転数に近づくにつれて、電動機で駆動される従駆動輪の駆動トルクの上限值が抑えられる。したがって、電動機の回転数が高くなるほど車両の加速性が低下し、車両速度の上昇が抑えられるように当該車両速度が制限される結果、電動機の回転数が許容限界回転数未満となり過剰回転が抑えられ易くなる。なお、電動機の回転数が許容限界回転数となる前に、電動機の出力トルク上限値がゼロとなるように設定することが好ましい。

【0010】特に、低μ路の走行などによって、電動機に駆動される従駆動輪が加速スリップしても、電動機の回転数が高くなるほどその加速スリップが抑えられる。次に、請求項4に記載した発明によれば、主駆動源の出力トルクを低減することで確実に車両速度を制限することができる。次に、請求項5に記載した発明によれば、変速機のシフトアップを禁止若しくはシフトダウンさせることで、車両速度を制限することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。本実施形態は、図1に示すように、左右前輪1L、1Rが内燃機関であるエンジン2によって駆動され、左右後輪3L、3Rが電動機であるモータ4によって駆動可能となっている四輪駆動可能な車両の場合の例である。まず、構成について説明すると、図1に示すように、エンジン2の出力トルク $T_e$ が、トランスミッション30及びディファレンシャルギヤ31を通じて左右前輪1L、1Rに伝達されるようになっている。

【0012】上記トランスミッション30は、シフト制御部32からのシフト指令を入力すると、入力したシフト指令に応じた変速比に設定変更される。シフト制御部32は、シフトレバー等の変速指示器33の変速指示に応じたシフト指令をトランスミッション30に出力する。シフト制御部32は、図2に示すような処理を行う。すなわち、ステップS100にて変速指示器33から変速指令が入力されるまで待機し、変速指令を入力するとステップS110に移行する。ステップS110では、後述のモータ用回転数センサ26からの信号に基づきモータ回転数 $N_m$ が所定回転数、例えば2000rpm以上か否かを判定し、2000rpm以上と判定すると、ステップS120に移行し、2000rpm未満と判定するとステップS130に移行する。

【0013】ステップS120では、新たに入力した変速指示の変速比が、現在の変速比よりも大きいかな

つまりシフトダウンか否かを判定し、現在の変速比よりも大きいと判定した場合にはステップS130に移行する。一方、現在の変速比と等しいか小さい、つまりシフト変更無しかシフトアップと判定した場合には、変速変更を行うことなく復帰する。ステップS130では、変速指示に対応するシフト指令をトランスミッション30に出力して、復帰する。

【0014】ここで、トランスミッション30での変速比の変更は多段的である必要はなく、無断変速であっても構わない。また、変速比の変更指示は、運転者からの指示に限定されない。また、トランスミッション30及びシフト制御部32は、車両速度制御手段を構成し、また、ステップS110及びS120は車両速度制限手段を構成する。また、エンジン2の回転トルク $T_e$ の一部は、無端ベルト6を介して発電機7に伝達される。

【0015】上記発電機7は、エンジン2の回転数 $N_e$ にプリー比を乗じた回転数 $N_h$ で回転し、4WDコントローラ8によって調整される界磁電流 $I_{fh}$ に応じて、エンジン2に対し負荷となり、その発電負荷トルクに応じた電力を発電する。その発電機7が発電した電力は、電線9を介してモータ4に供給可能となっている。その電線9の途中にはジャンクションボックス10が設けられている。上記モータ4の駆動トルクは、減速機11及びクラッチ12を介して後輪3L、3Rに伝達可能となっている。図1中、符号13はデフを表す。

【0016】上記エンジン2の吸気管路14（例えばインテークマニホールド）には、スロットルバルブ15が介装されている。スロットルバルブ15は、アクセルペダル17の踏み込み量等に応じてスロットル開度が調整制御されるアクセルバイワイヤ方式である。すなわち、上記スロットルバルブ15は、ステップモータ19をアクチュエータとし、そのステップモータ19のステップ数に応じた回転角により開度が調整制御される。そのステップモータ19の回転角は、エンジンコントローラ18からの開度信号によって調整制御される。

【0017】アクセルペダル17の踏み込み量を検出するアクセルセンサ20を有し、該アクセルセンサ20は、検出した踏み込み量に応じた検出信号を、エンジンコントローラ18及び4WDコントローラ8に出力している。また、エンジン2の回転数を検出するエンジン回転数検出センサ21を備え、エンジン回転数検出センサ21は、検出した信号をエンジンコントローラ18及び4WDコントローラ8に出力する。

【0018】エンジンコントローラ18では、所定のサンプリング時間毎に、入力した各信号に基づいて図3に示すような処理が行われる。すなわち、まずステップS200で、後述のモータ用回転数センサ26からの信号に基づきモータ回転数 $N_m$ が所定回転数例えば2000rpm以上か否かを判定し、モータ回転数 $N_m$ が2000rpm未満と判定されればステップS210に移行す

る。一方、モータ回転数Nmが20000rpm以上と判定すれば、ステップS290に移行する。

【0019】ステップS210では、エンジン2で駆動される前輪1L、1Rに発生した加速スリップ量 $\Delta VF$ が、目標加速スリップ量 $\Delta SV$ 以上か否かを判定し、目標加速スリップ量 $\Delta SV$ 以上の加速スリップが発生していないと判定したらステップS220に移行する。一方、目標加速スリップ量 $\Delta SV$ 以上の加速スリップが発生していると判定した場合には、ステップS270に移行する。ここで、上記加速スリップ量 $\Delta VF$ は、後輪3L、3Rと前輪1L、1Rとの間の車輪速度差に基づき判定することができる。

【0020】ステップS220では、アクセルセンサ20からの検出信号に基づいて、運転者の要求する目標出力トルク $T_{eN}$ を演算して、ステップS230に移行する。ステップS230では、スロットル開度やエンジン回転数 $N_e$ などに基づき、現在の出力トルク $T_e$ を算出してステップS240に移行する。ステップS240では、現在の出力トルク $T_e$ に対する目標出力トルク $T_{eN}$ の偏差分 $\Delta T_e$ を下記式に基づき出力して、ステップS250に移行する。

$$\Delta T_e = T_{eN} - T_e$$

ステップS250では、その偏差分 $\Delta T_e$ に応じたスロットル開度 $\theta$ の変化分 $\Delta \theta$ を演算し、その開度の変化分 $\Delta \theta$ に対応する開度信号を上記ステップモータ19に出力して、復帰する。一方、ステップS270では、通常のTCS制御を実施すべく、下記式に基づき加速スリップ抑制のためのトルクダウン量TDを演算し、ステップS280に移行する。

$$TD = K1 \cdot \Delta VF$$

K1は、ゲインである。ステップS280では、そのトルクダウン量TDに応じたスロットル開度 $\theta$ の変化分 $\Delta \theta$ を演算し、その開度の変化分 $\Delta \theta$ に対応する開度信号を上記ステップモータ19に出力して、復帰する。また、ステップS200にてモータ4が所定回転数以上(20000rpm以上)で回転していると判定すると、ステップS290に移行して、下記式に基づきトルクダウン量TDを演算し、ステップS280に移行する。

$$TD = K2 \cdot (VF - VS) - TFF$$

ここで、K2は、上記K1よりも大きなゲインである。

【0023】VFは、主駆動輪である前輪1L、1Rの車輪速度である。VSは、例えば40km/hなど、前輪1L、1Rの目標制限車輪速度である。また、TFFは、車両速度を制限した際に登坂時であっても失速感の無い車速制御を可能とするための補正項であり、登坂に打ち勝つために必要なトルク分である。

【0024】ここで、車重をWとし、路面の勾配を $\theta$ とすると、図4に示すように、登坂抵抗は $W \cdot \sin \theta$ と表現できる。さらに、タイヤ半径をrとすると、タイヤ

軸トルクは $W \cdot \sin \theta \cdot r$ となる。このタイヤ軸トルクをエンジントルクに換算することで、下記式のように登坂に必要なトルクTFFは表される。すなわち、下記式に基づきトルクTFFは算出すればよい。

【0025】

$$TFF = \frac{W \cdot \sin \theta \cdot r}{G1 \cdot G2}$$

ここで、G1は、ディファレンシャル・ギヤのギア比G2は、トランスミッションの変速ギア比を表す。

【0026】なお、エンジン2やエンジンコントローラ18は、車両速度制御手段を構成し、ステップS200、S290、S280は車両速度制限手段を構成する。また、上記発電機7は、図5に示すように、出力電圧Vを調整するための電圧調整器22(レギュレータ)を備え、4WDコントローラ8によって界磁電流Ifhが調整されることで、エンジン2に対する発電負荷トルクTh及び発電する電圧Vが制御される。電圧調整器22は、4WDコントローラ8から発電機制御指令(界磁電流値)を入力し、その発電機制御指令に応じた値に発電機7の界磁電流Ifhを調整すると共に、発電機7の出力電圧Vを検出して4WDコントローラ8に出力可能となっている。なお、発電機7の回転数Nhは、エンジン2の回転数Neからプーリ比に基づき演算することができる。

【0027】また、上記ジャンクションボックス10内には電流センサ23が設けられ、該電流センサ23は、発電機7からモータ4に供給される電力の電流値Iaを検出し、当該検出した電機子電流信号を4WDコントローラ8に出力する。また、電線9を流れる電圧値(モータ4の電圧)が4WDコントローラ8で検出される。符号24は、リレーであり、4WDコントローラ8から指令によってモータ4に供給される電力(電流)の遮断及び接続が制御される。

【0028】また、モータ4は、4WDコントローラ8からの指令によって界磁電流Ifmが制御され、その界磁電流Ifmの調整によって駆動トルクTmが調整される。なお、符号25はモータ4の温度を測定するサーミスタである。上記モータ4の駆動軸の回転数Nmを検出するモータ用回転数センサ26を備え、該モータ用回転数センサ26は、検出したモータ4の回転数信号を4WDコントローラ8、エンジンコントローラ18、及びシフト制御部32にそれぞれ出力する。

【0029】また、上記クラッチ12は、油圧クラッチや電磁クラッチから構成され、4WDコントローラ8からのクラッチ制御指令に応じたトルク伝達率でトルクの伝達を行う。また、各車輪1L、1R、3L、3Rには、車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRが設けられている。各車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRは、対応する車輪1L、1



R、3L、3Rのエンジン回転数Neに応じたパルス信号を車輪速検出値として4WDコントローラ8に出力する。

【0030】ここで、図5中符号40は発電機20に電力を供給する線に設けられたリレーである。4WDコントローラ8は、図6に示すように、発電機制御部8A、リレー制御部8B、モータ制御部8C、クラッチ制御部8D、余剰トルク演算部8E、目標トルク制限部8F、余剰トルク変換部8Gを備える。この4WDコントローラ8は、車両速度制御手段を構成する。

【0031】上記発電機制御部8Aは、電圧調整器22を通じて、発電機7の発電電圧Vをモニターしながら、当該発電機7の界磁電流Ifhを調整することで、発電機7の発電電圧Vを所要の電圧に調整する。リレー制御部8Bは、発電機7からモータ4への電力供給の遮断・接続を制御する。モータ制御部8Cは、モータ4の界磁電流Ifmを調整することで、当該モータ4のトルクを所要の値に調整する。

【0032】また、所定のサンプリング時間毎に、入力した各信号に基づき、図7に示すように、余剰トルク演算部8E→目標トルク制限部8F→余剰トルク変換部8Gの順に循環して処理が行われる。まず、余剰トルク演算部8Eは、発電機制御手段を構成して、図8に示すような処理を行う。すなわち、先ず、ステップS310において、車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRからの信号に基づき演算した、前輪1L、1R（主駆動輪）の車速から後輪3L、3R（従駆動輪）の車速を減算することで、前輪1L、1Rの加速スリップ量であるスリップ速度ΔVFを求め、ステップS320に移行する。なお、加速スリップの有無、及びその加速スリップ量を路面反力トルク等から推定して求めても良い。

【0033】ステップS320では、上記求めたスリップ速度ΔVFが所定値例えばゼロより大きいかなんかを判定する。スリップ速度ΔVFが0以下と判定した場合には、前輪1L、1Rが加速スリップしていないと推定されるので、ステップS330に移行して、Thに0を代入した後に復帰する。一方、ステップS320において、スリップ速度ΔVFが0より大きいと判定した場合には、前輪1L、1Rが加速スリップしていると推定されるので、ステップS340に移行する。

【0034】ステップS340では、前輪1L、1Rの加速スリップを抑えるために必要な吸収トルクTΔVFを下記式に基づき演算してステップS350に移行する。

$$T\Delta VF = K1 \times \Delta VF$$

ここで、K1は実験などによって求めたゲインである。ステップS350では、現在の発電機7の発電負荷トルクTGを、下記式に基づき演算したのち、ステップS360に移行する。

【0035】

$$TG = K2 \cdot \frac{V \times Ia}{K3 \times Nh}$$

ここで、

V：発電機7の電圧

Ia：発電機7の電機子電流

Nh：発電機7の回転数

K3：効率

K2：係数

である。

【0036】ステップS360では、下記式に基づき、余剰トルクつまり発電機7で負荷すべき目標の発電負荷トルクThを求め、復帰する。

$$Th = TG + T\Delta VF$$

次に、目標トルク制限部8Fの処理について、図9に基づいて説明する。すなわち、まず、ステップS410で、上記目標発電負荷トルクThが、発電機7の最大負荷容量HQより大きいかなんかを判定する。目標発電負荷トルクThが当該発電機7の最大負荷容量HQ以下と判定した場合には、ステップS430に移行する。一方、目標発電負荷トルクThが発電機7の最大負荷容量HQよりも大きいと判定した場合には、ステップS420に移行する。

【0037】ステップS420では、下記式のように、目標の発電負荷トルクThを最大負荷容量HQに制限した後にステップS430に移行する。

$$Th = HQ$$

ステップS430では、エンジン回転数検出センサ21及びスロットルセンサからの信号に基づいて、現在のエンジン出力トルクTeを演算してステップS440に移行する。

【0038】ステップS440では、現在のエンジン回転数Neなどからエンジン2が停止しない最低の許容トルクTkを求め、ステップS450に移行する。なお、許容トルクTkを求める代わりに所定値としても構わない。ステップS450で、下記式に基づき、偏差トルクΔTeを演算して、ステップS460に移行する。

$$\Delta Te = Te - Tk$$

ステップS460では、偏差トルクΔTeが目標の発電負荷トルクThよりも小さいかなんかを判定する。ΔTe ≥ Thと判定した場合には、復帰する。一方、ΔTe < Thと判定した場合には、ステップS470に移行する。

【0039】ステップS470では、下記式によって目標の発電負荷トルクThを偏差トルクΔTeに低減した後に、復帰する。

$$Th = \Delta Te - \alpha$$

αは余裕代である。もっとも、α = 0としても良い。次に、余剰トルク変換部8Gの処理について、図10に基



づいて説明する。まず、ステップS500で、 $T_h$ が0より大きいかな否かを判定する。 $T_h > 0$ と判定されれば、前輪1L、1Rが加速スリップしているので、ステップS510に移行する。また、 $T_h = 0$ と判定されれば、前輪1L、1Rは加速スリップしていないので、以降の処理をすることなく復帰する。

【0040】ステップS510では、モータ用回転数センサ26が検出したモータ4の回転数 $N_m$ を入力し、そのモータ4の回転数 $N_m$ に応じた目標モータ界磁電流 $I_{fm}$ を算出し、当該目標モータ界磁電流 $I_{fm}$ をモータ制御部8Cに出力した後、ステップS520に移行する。ここで、上記モータ4の回転数 $N_m$ に対する目標モータ界磁電流 $I_{fm}$ は、回転数 $N_m$ が所定回転数以下の場合には一定の所定電流値とし、モータ4が所定の回転数以上になった場合には、公知の弱め界磁制御方式でモータ4の界磁電流 $I_{fm}$ を小さくする(図11参照)。すなわち、モータ4が高速回転になるとモータ誘起電圧の上昇によりモータトルクが低下することから、上述のように、モータ4の回転数 $N_m$ が所定値以上になったらモータ4の界磁電流 $I_{fm}$ を小さくして誘起電圧 $E$ を低下させることでモータ4に流れる電流を増加させて所要モータトルク $T_m$ を得るようにする。

【0041】ステップS520では、上記目標モータ界磁電流 $I_{fm}$ 及びモータ4の回転数 $N_m$ からモータ4の誘起電圧 $E$ を算出して、ステップS530に移行する。ステップS530では、上記余剰トルク演算部8Eが演算した発電負荷トルク $T_h$ に基づき対応するモータトルク $T_m$ を算出して、ステップS540に移行する。ステップS540では、図12に基づき、現在のモータ回転数 $N_m$ に応じたトルク上限値 $T_{mx}$ を求めて、ステップS550に移行する。

【0042】本実施形態におけるトルク上限値 $T_{mx}$ は、図12のように、モータ回転数 $N_m$ が2000rpm以上となると、回転数が大きくなるほど連続的に小さくなるように設定されている。ステップS550では、ステップS530で算出したモータトルク $T_m$ がトルク上限値 $T_{mx}$ よりも大きいかな否かを判定し、トルク上限値 $T_{mx}$ 以下であれば、ステップS570に移行する。一方、トルク上限値 $T_{mx}$ よりも大きい場合には、ステップS560に移行する。

【0043】ステップS560では、モータトルクに現在のモータ回転数 $N_m$ に応じたトルク上限値 $T_{mx}$ を設定してステップS570に移行する。ステップS570では、上記目標モータトルク $T_m$ 及び目標モータ界磁電流 $I_{fm}$ を変数として対応する目標電機子電流 $I_a$ を算出して、ステップS580に移行する。ステップS580では、下記式に基づき、上記目標電機子電流 $I_a$ 、抵抗 $R$ 、及び誘起電圧 $E$ から発電機7の目標電圧 $V$ を算出し、当該発電機7の目標電圧 $V$ を発電機制御部8Aに出力したのち、復帰する。

$$【0044】V = I_a \times R + E$$

なお、抵抗 $R$ は、電線9の抵抗及びモータ4のコイルの抵抗であるここで、ステップS540～S560は車両速度制限手段を構成する。次に、上記構成の装置における作用などについて説明する。路面 $\mu$ が小さいためや運転者によるアクセルペダル17の踏み込み量が大きいためによって、エンジン2から前輪1L、1Rに伝達されたトルクが路面限界トルクよりも大きくなると、つまり、主駆動輪である前輪1L、1Rが加速スリップすると、その加速スリップ量に応じた発電負荷トルク $T_h$ で発電機7が発電することで、前輪1L、1Rに伝達される駆動トルクが、当該前輪1L、1Rの路面反力限界トルクに近づくように調整される。この結果、主駆動輪である前輪1L、1Rでの加速スリップが抑えられる。さらに、加速スリップ量が目標加速スリップ量 $\Delta SV$ 以上である場合には、TC S制御によってエンジンの出力トルクも抑えられる結果、前輪1L、1Rの加速スリップの収束性が向上する。

【0045】また、発電機7で発電した余剰の電力によってモータ4が駆動され、従駆動輪である後輪3L、3Rも駆動されることで、四輪駆動状態となって車両の加速性が向上する。このとき、主駆動輪の路面反力限界トルクを越えた余剰のトルクでモータ4を駆動するため、エネルギー効率が向上し、燃費の向上に繋がる。すなわち、本実施形態では、滑り易い路面等では前輪1L、1Rに全てのエンジン2の出力トルク $T_e$ を伝達しても全てが駆動力として使用されないことに鑑みて、前輪1L、1Rで有効利用できない駆動力を後輪3L、3Rに出力して加速性を向上させるものである。

【0046】ここで、通常走行時のタイムチャートを図13に示す。この図13に示すように、前輪1L、1Rが加速スリップするとモータトルクが発生するが、モータ回転数 $N_m$ が所定回転数となると、クラッチ12がOFF(切断状態)となって、モータが後輪3L、3Rに連れ回されることが防止されて、モータ4の過回転が防止される。ここで、モータ回転数 $N_m$ は、後輪3L、3Rの車輪速に換算した値で図13に表示してある。図14においても同様である。

【0047】一方、クラッチ12の故障などでクラッチ12がオン(接続状態)となって、モータ4が後輪3L、3Rに常に連れ回される状態となった場合には、図14に示すタイムチャートのように、モータ4の回転数が所定回転数(本実施形態では2000rpm)以上となると、エンジントルクがトルクダウンして前輪1L、1Rの車輪速が所定速度である40km/hに収束するように制御されるように車両速度が制限される結果、モータ4の回転数が抑えられて許容限界回転数(例えば2500rpm)を越えることが防止、つまり過剰回転が防止される。このとき、トルクダウン分として補正項として登坂トルク $T_{FF}$ 分を補償していることで、

車両速度制限のために登坂時にトルクダウンを行っても、失速感を抑えることが可能となる。

【0048】また、モータ回転数 $N_m$ が所定回転数以上となってエンジントルクがダウンしても、トランスミッション30でのシフトアップが禁止されることで、エンジンブレーキによって車両速度がさらに制限される。さらに、モータ回転数 $N_m$ が所定回転数20000回転数を超えると、モータ回転数 $N_m$ が大きくなって許容上限値に近づくほど、上限値が小さくなることで、四輪駆動状態から二輪駆動状態に変更されて加速性が抑えられて、車両速度が制限される。

【0049】ここで、上記実施形態では、後輪3L、3Rに対し主駆動輪である前輪1L、1Rのスリップ量に基づいて発電負荷トルクを決定し、その発電負荷トルクとなるように発電機7で発電する電力、つまりモータ4に供給する電力を設定しているが、これに限定されない。例えば、後輪3L、3Rで必要な駆動トルクを別途計算し、前輪1L、1Rの加速スリップとは独立して、必要な駆動トルクに応じた電力となるように発電機7の発電を調整して、当該発電機7で所定の発電負荷トルクTGを生じるようにしても良い。

【0050】また、上記実施形態では、3つの車両速度制限手段を併用し、各車両速度の制限を開始するモータ回転数 $N_m$ を同じ20000rpmに設定しているが、それぞれ個別に設定しても構わない。また、3つの車両速度制限手段を全て実施する必要はなく、そのうちの1又は2以上の車両速度制限手段だけを備えて有れば良い。また、車両速度制御手段として、ブレーキ制御を採用し、ブレーキによって車両速度の制限を行うようにしても良い。

【0051】また、上記実施形態では、モータトルクの上限値を直接、低減させることで、車両速度の制限を実施しているが、目標トルク制限部において、モータトルクに影響のある目標発電負荷トルク $T_h$ の上限値を、モータ4の回転数が許容回転数に近づくにつれて、連続的若しくは段階的に小さくするように設定することで、間接的に、モータトルクの上限値を、モータ4の回転数が許容回転数に近づくにつれて、連続的若しくは段階的に小さくするように制限しても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく実施形態に係る概略装置構成図である。

【図2】本発明に基づく実施形態に係るシフト制御部の処理を示す図である。

【図3】本発明に基づく実施形態に係るエンジンコントローラの処理を示す図である。

【図4】登坂用のトルクを説明する図である。

【図5】本発明に基づく実施形態に係る制御装置のシステム構成図である。

【図6】本発明に基づく実施形態に係る4WDコントロ

ーラの構成図である。

【図7】本発明に基づく実施形態に係る装置で処理手順を示す図である。

【図8】本発明に基づく実施形態に係る余剰トルク演算部の処理を示す図である。

【図9】本発明に基づく実施形態に係る目標トルク制限部の処理を示す図である。

【図10】本発明に基づく実施形態に係る余剰トルク変換部の処理を示す図である。

【図11】本発明に基づく実施形態に係る余剰トルク変換部のタイムチャート例を示す図である。

【図12】本発明に基づく実施形態に係るモータの回転数に対する出力トルク上限値の関係を示す図である。

【図13】通常走行時におけるタイムチャートの例を示す図である。

【図14】クラッチ異常発生時のタイムチャートの例を示す図である。

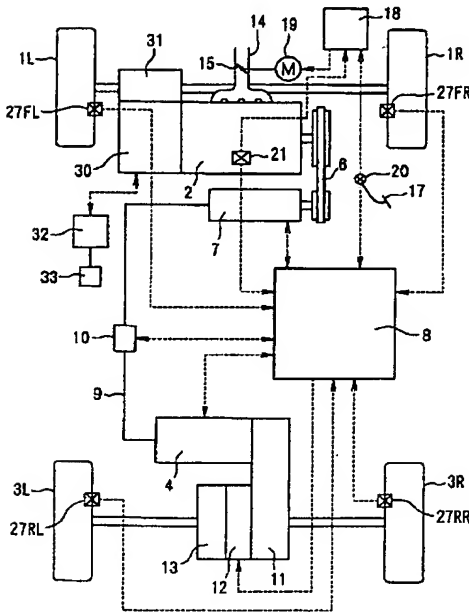
#### 【符号の説明】

1L、1R	前輪
2	エンジン
3L、3R	後輪
4	モータ
6	ベルト
7	発電機
8	4WDコントローラ
9	電線
10	ジャンクションボックス
11	減速機
12	クラッチ
14	吸気管路
15	スロットルバルブ
18	エンジンコントローラ
19	ステップモータ
20	アクセルセンサ
21	エンジン回転数センサ
22	電圧調整器
23	電流センサ
26	モータ用回転数センサ（モータ回転数検出手段）
27FL、27FR、27RL、27RR	車輪速センサ
30	トランスミッション
31	ディファレンシャル・ギヤ
32	シフト制御部
33	変速指示器
Ifh	発電機の界磁電流
V	発電機の電圧
Nh	発電機の回転数
Ia	電機子電流
Ifm	モータの界磁電流
E	モータの誘起電圧
Nm	モータの回転数

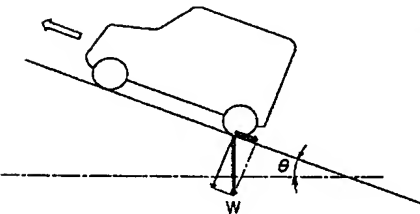
TG 発電機負荷トルク  
 Th 目標発電機負荷トルク  
 Thn 前回の目標発電機負荷トルク  
 Tm モータのトルク  
 Tmx モータの出力トルク上限値  
 Te エンジンの出力トルク

TeN 目標出力トルク  
 Tk 許容トルク  
 $\theta$  スロットル開度  
 $\Delta VF$  加速スリップ量  
 $\Delta SV$  目標加速スリップ量

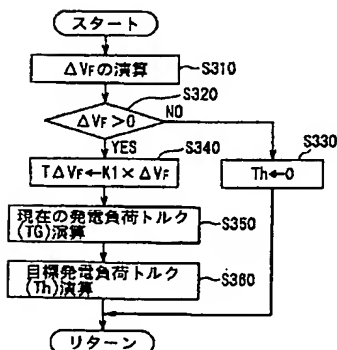
【図1】



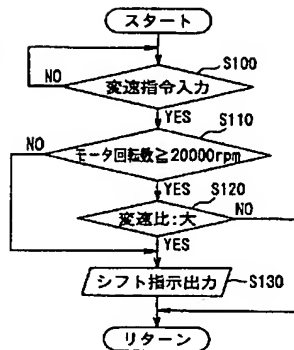
【図4】



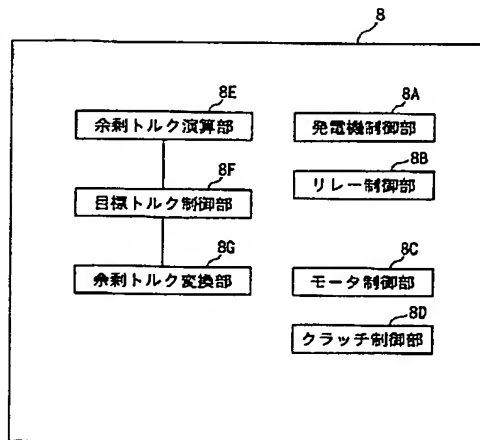
【図8】



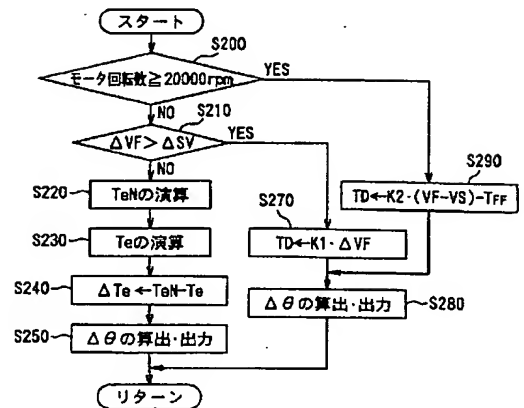
【図2】



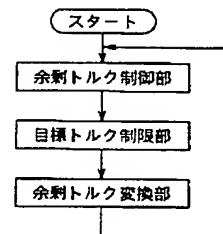
【図6】



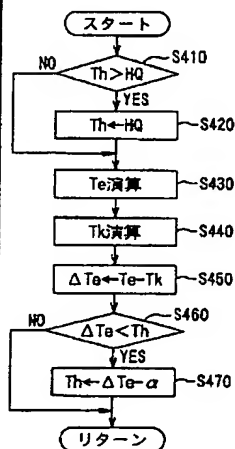
【図3】



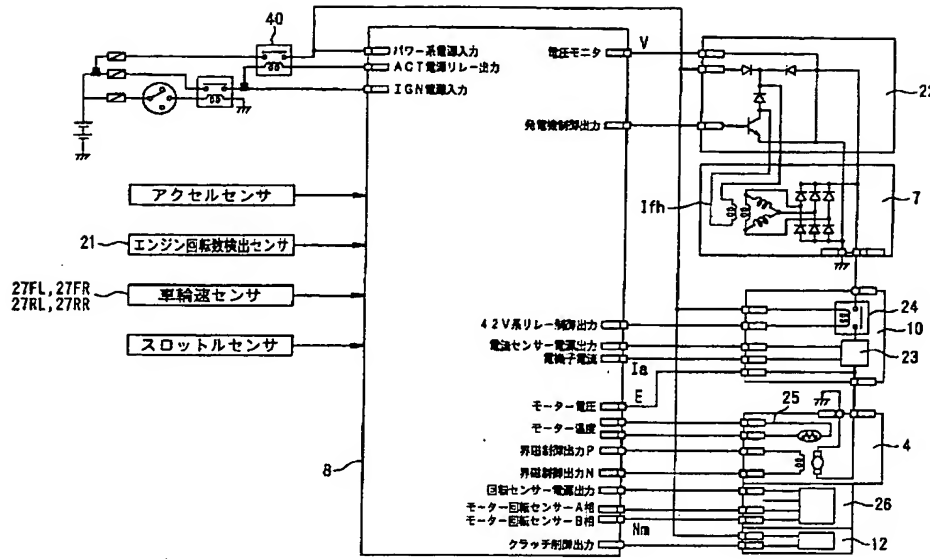
【図7】



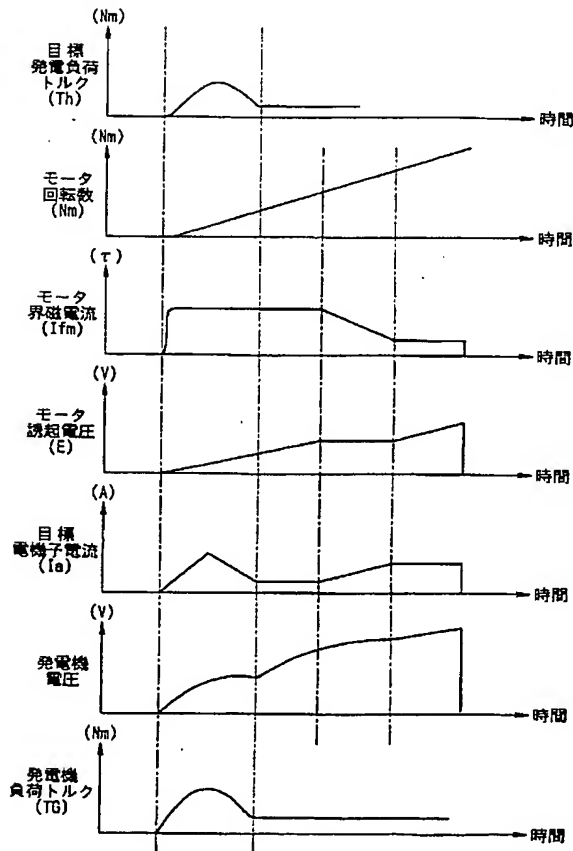
【図9】



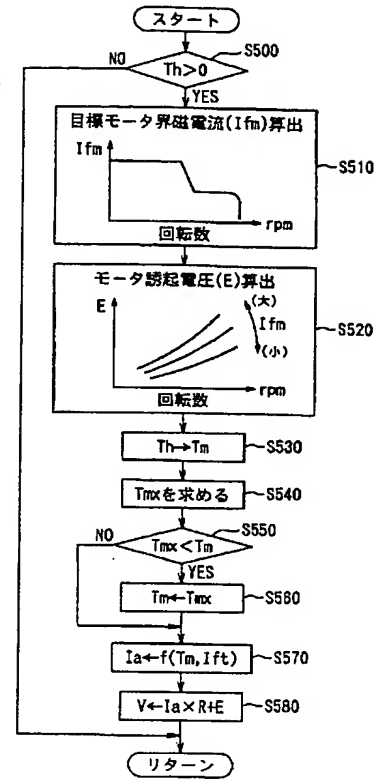
【図5】



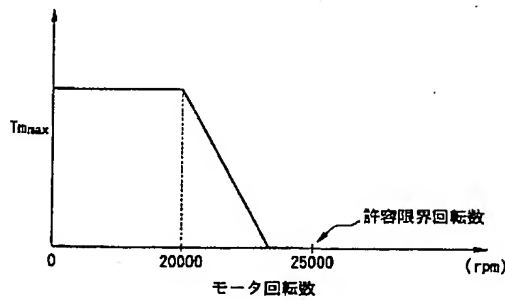
【図11】



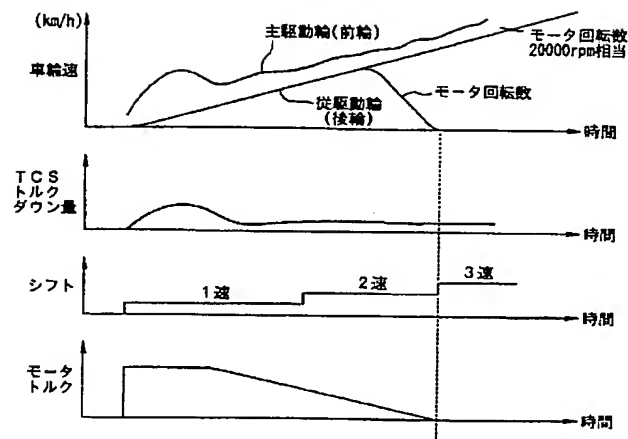
【図10】



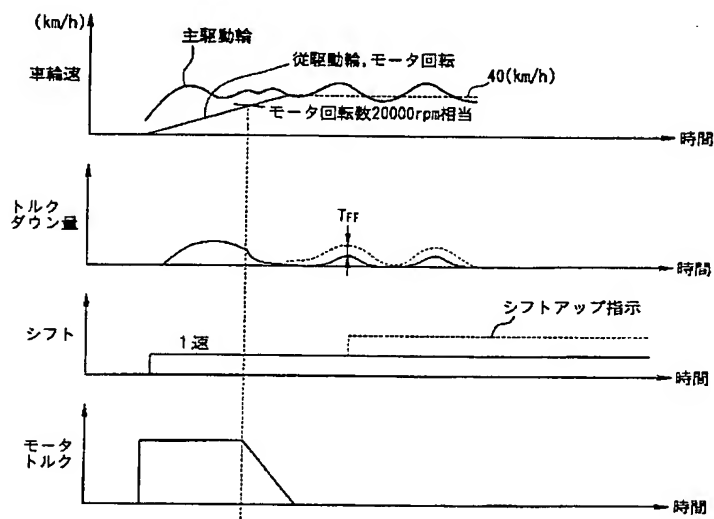
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA08 PA15 PG04 QN02 SE04  
SE05 SE08 TB01 T021 TR04  
TW10 TZ01 TZ08